

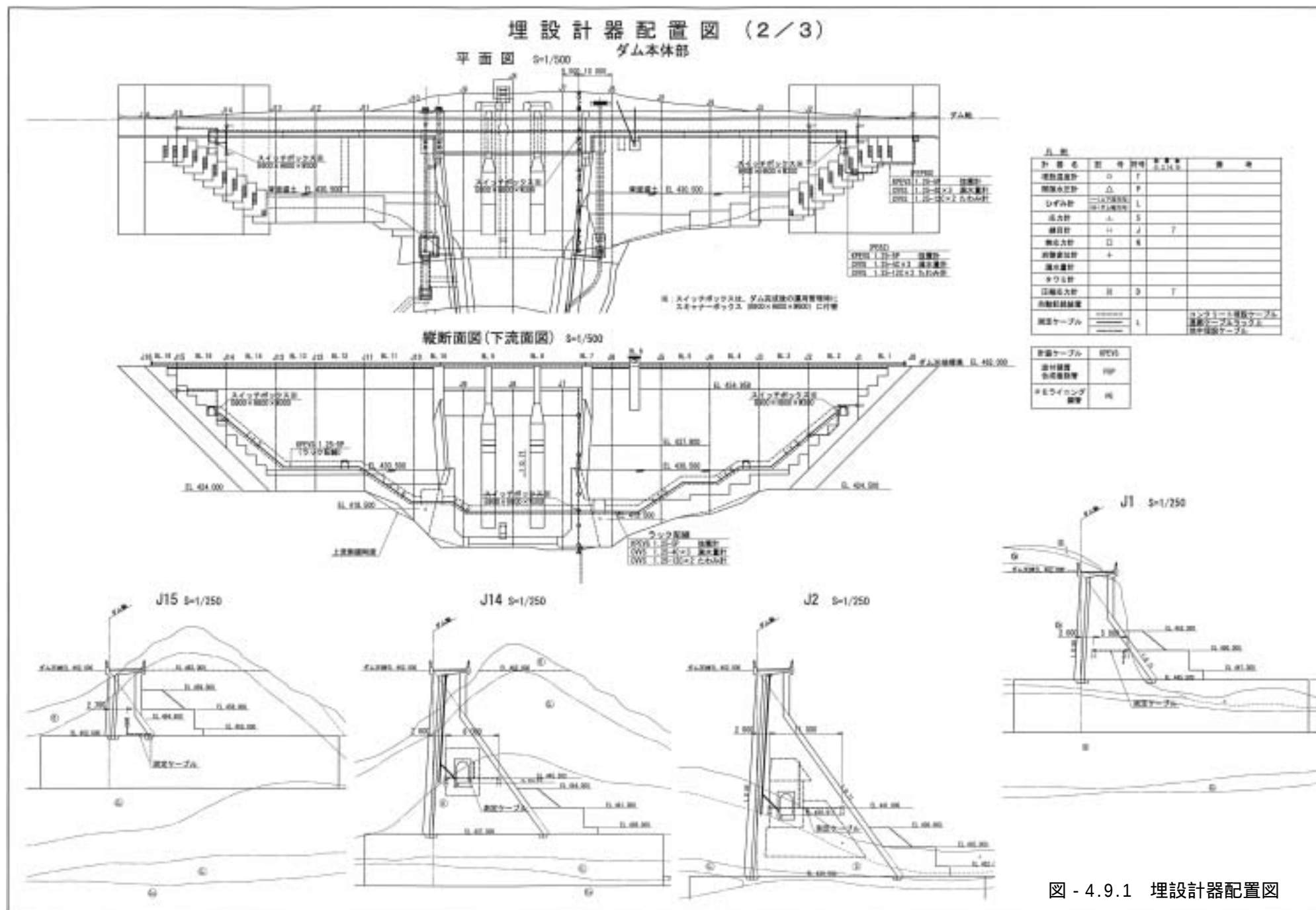


図 - 4.9.1 埋設計器配置図

(3) 変形量（引張応力）計測

変形量については、ダムに準ずることとすれば、岩盤変位を計測することが考えられる。両岸アバットには、中央部に軟質層（D級岩盤）が分布しており、このD級岩盤の変形に伴って造成アバットメント背面に引張応力が発生すると考えられる。

したがって、応力解析結果（2次元FEM解析）を踏まえて、図 - 4.9.2に示すように岩盤変位計を配置して造成アバットメントの変形量を計測する。

また、造成アバットメントの変形によるダム本体ブロックへの影響を把握することを目的として、造成アバットメント上に座乗する堤体ブロックの継目（J1, J2, J14, J15）において、継目計および圧縮応力計をダム高の1/3標高付近の上下流2ヶ所に配置し、堤体ブロックの挙動を計測する。

なお、上記の引張応力に対しては、実際に発生する応力値を把握する必要があるため、変形量と同様に応力解析結果を踏まえて図 - 4.9.2に示すようにひずみ計（引張応力を把握するため）を配置する。

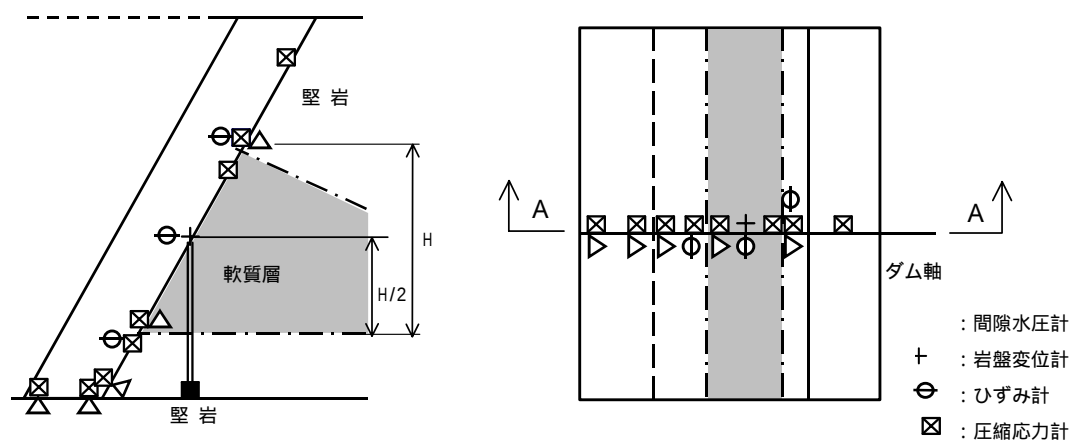


図 - 4.9.2 造成アバットメント計測装置配置模式図

4) 調査研究用の計測

設計時に仮定した以下の事項については、安全管理用の計器により確認，検討が可能である。

- 地下水位，揚圧力（係数）及びこれらの分布
 - 各地層の物性値に起因する引張応力，変形量
- （地震については、堤体側で計測）

ここで、安全検討を行うに当たっての最も重要な前提条件となる底面および背面の反力分布は、今後、造成アバットメントの設計手法を確立する，あるいは合理的な設計を行うために、現地において分布状況を確認することが非常に重要となる。

したがって、ダム軸方向および上・下流方向の反力分布の計測については、軟質層（D級岩盤）の分布を考慮して図 - 4.9.2に示すように（圧縮）応力計を配置することとする。

5) 計測装置の配置計画（図 - 4.9.4 埋設計器配置図 参照）

以上の計測項目より、造成アバットメントにおける計測装置の配置計画は、図 - 4.9.3および表 - 4.9.2に示すように考える。

ここで、断面については、完成時において荷重（応力）状態の異なる以下の3断面とする。

- 上流端（貯水池側）（1-1）
- ダム軸（2-2）
- 下流端（堤趾部）（3-3）

また、調査研究用の反力分布の把握（（圧縮）応力計）に対しては、堤体中央部（4-4）断面を追加することとする。

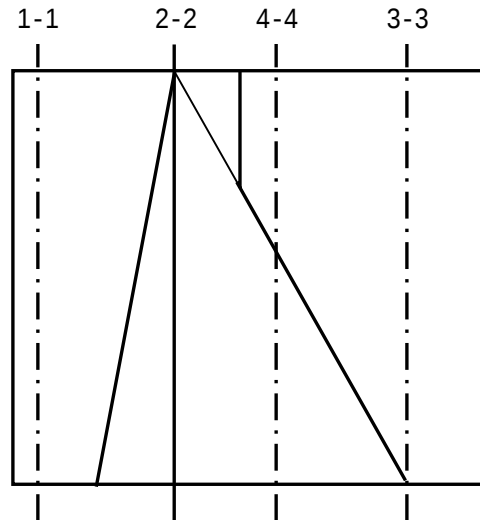


図 - 4.9.3 配置断面位置図

表 - 4.9.2 配置計画

目 的	計測項目	計 器	計 測 箇 所	個数/断面	断面数
完 成 後 (施工時)の 安 全 管 理	背圧(地下水位)揚圧力	間隙水圧計	背面及び底面 (現況地下水位及び軟 質層分布を考慮)	5	3 + (1)
	変形量	岩壁変位計	応力解析結果により引 張応力が集中する箇所	1	1 + (1)
	引張応力	ひずみ計	同 上 (背面平行方向)	3	3 + (1)
調 査 研 究 用	反力分布	(圧縮)応力計	背面及び底面 (軟質層分布を考慮)	8	3 + (1)

() 内数値は、調査解析用測線を示す。

以上の造成アバットメントに埋設する計測装置の配置図を図 - 4.9.5 埋設計器配置図に示す。

4.10 造成アバットメント細部構造の検討事例（稲葉ダム）

4.10.1 底面つま先部の施工性対策

1) 検討課題

造成アバットメントは、基礎岩盤に対して1:1.0(45°)勾配となっており、つま先部は鋭角なコンクリート構造となる(図-4.10.1中のA参照)。

よって、コンクリート打設時の施工性が悪く、施工不良によるクラックの発生が懸念されるため、鋭角部処理の検討が必要である。

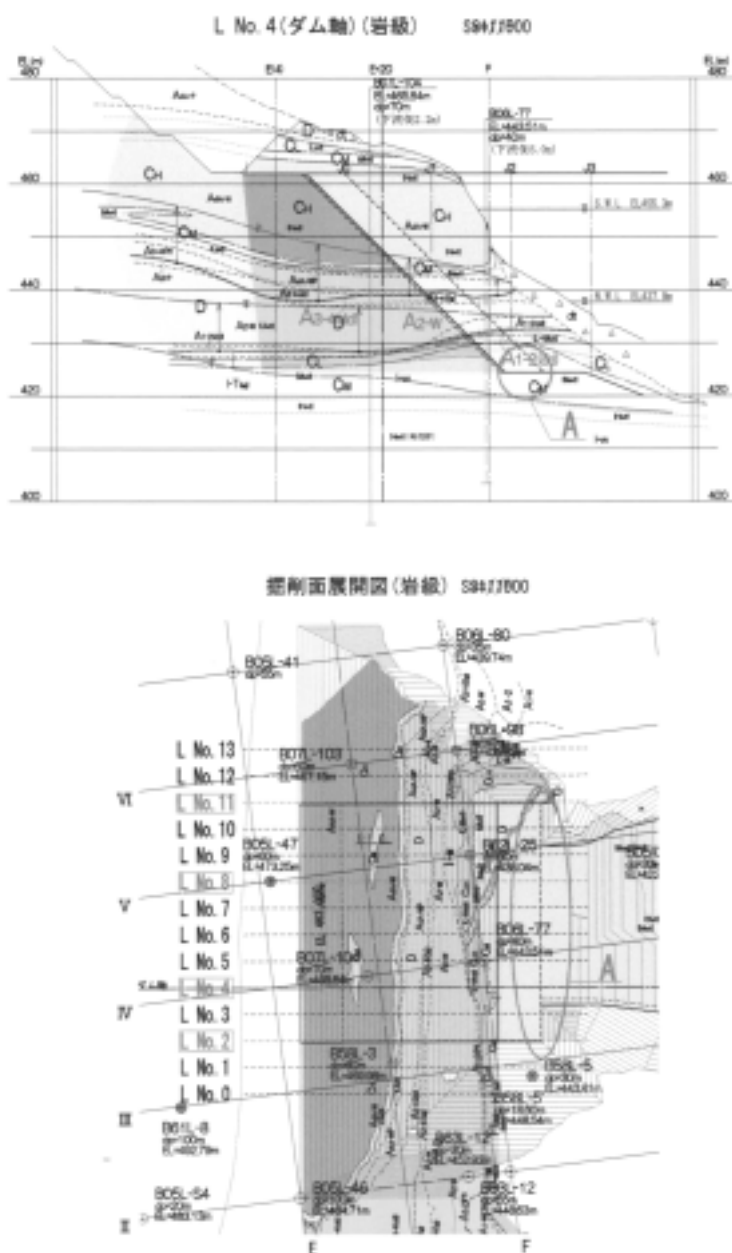


図 - 4.10.1 つま先部構造の検討課題説明図

2) 対応方針

造成アバットメントは、ダム堤体打設に先行してリフト打設（リフト高1.5m）を行うため、各リフトにおける前面勾配1:1.0の鋭角部の打設は、底面標高 ～ 天端標高まで続くものである。

よって、鋭角部の打設不良に対しては、慎重な施工（鋭角部を消す工夫）が要求されるが、特に着岩部に対しては、岩盤面の不陸や応力集中に配慮して、下図に示す鋭角処理を行うことが有効と考えられる。

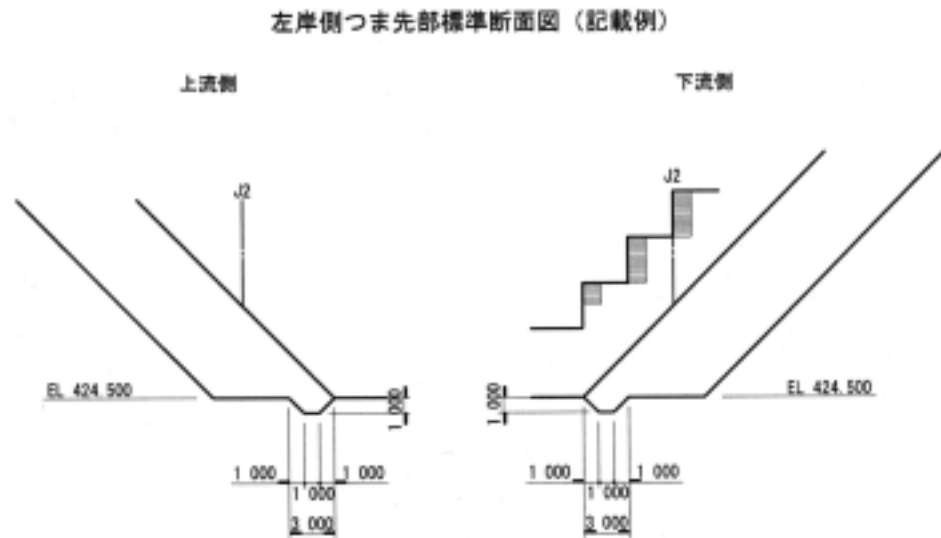


図 - 4.10.2 つま先部鋭角処理（掘り込み形式）

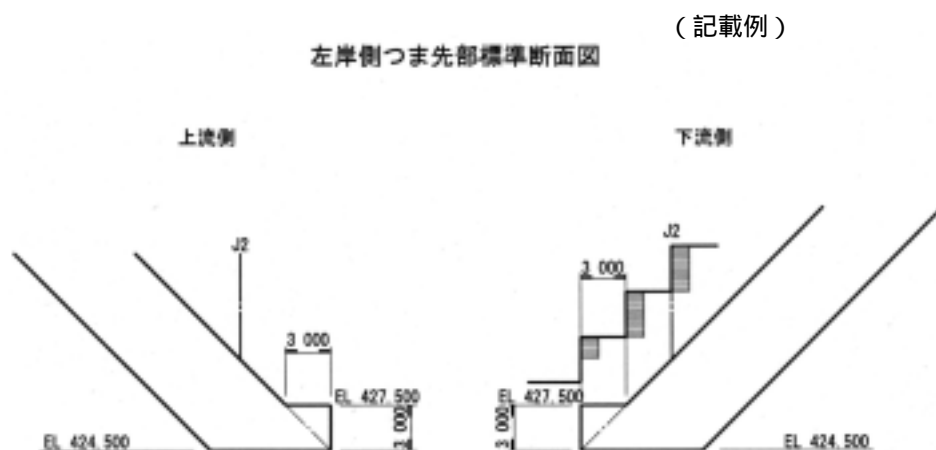


図 - 4.10.3 つま先部鋭角処理（フーチング形式）

3) 対応策

先述のつま先部鋭角処理の方法を比較すると以下のとおりとなり、造成アバットメントと堤体部の水密性および施工性の面で有利となる、掘り込み形式(図 - 4.10.2 参照)を当該箇所における対応策として採用する。

- ・ リフト高を考慮したフーチング形式では、堤体と造成アバットメントとの接合面が鉛直となり、水密性が懸念される。よって、フーチング形式を採用する場合にはフーチングリフトまでは、堤体と同時打設することが望ましい(図 - 4.10.4参照)
- ・ フーチング形式では、図 - 4.10.4に示したようにフーチングリフトまで堤体と同時打設を行うため、1リフト当たりの打設量が増加し、50cmリフトでの打設となる。
- ・ 掘り込み形式は、造成アバットメントの基本形状を変更することなく、堤体との接合面も均一となるため、特に設計上の問題は発生しない。

4) 掘り込み部応力集中照査

つま先部を掘り込み形状とすることで、形状変化点に応力集中が生じ応力上問題となる状態となっていないかをFEM解析を行って照査した。なお、つま先掘り込み部は、発生応力上最も厳しい断面となる上流端断面を対象として、前述のFEM解析モデルを用いた解析を行った。荷重条件は以下の5ケースである。

- | | | |
|-----------|---|------|
| ・ 空虚時 | } | 地震なし |
| ・ 常時満水位時 | | |
| ・ 設計洪水水位時 | | |
| ・ 空虚時 | } | 地震あり |
| ・ 常時満水位時 | | |

つま先掘り込み部の内部発生応力図(主応力図)を、掘り込みなしの場合と比較して図 - 4.10.5に示す。

解析の結果、左右岸のつま先掘り込み部とも自重のみが作用する空虚時(地震なし・あり)に若干引張応力が発生しているが、その値はコンクリートの引張強度に対し非常に小さいものであり、応力上問題にならないと考える。

また、設計洪水水位においては、掘り込みがない場合につま先部に発生していた引

張応力より、掘り込み形状とすることで引張応力が若干緩和されている。

以上より、掘り込み形状にした事による応力上の問題はないと考える。

- つま先掘り込み形状部発生引張応力

(左岸側)

- ・空虚時（地震なし） $0.045 \sim 0.085 \text{N/mm}^2$

- ・ “ （地震あり） $0.067 \sim 0.071 \text{N/mm}^2$

(右岸側)

- ・空虚時（地震なし） 0.201N/mm^2

- ・ “ （地震あり） 0.173N/mm^2

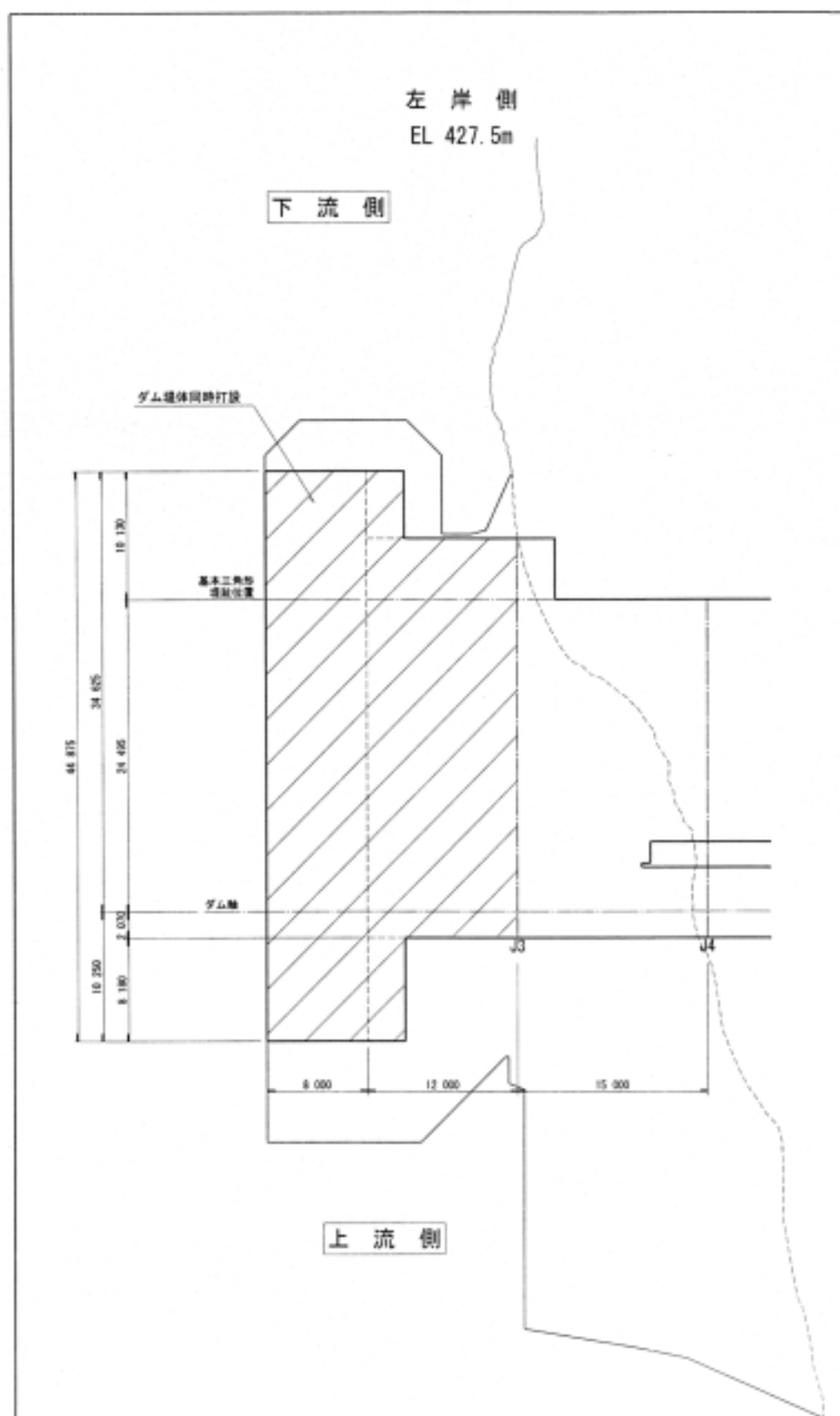


図 - 4.10.4 造成アバットメントフーチングリフト打設範囲

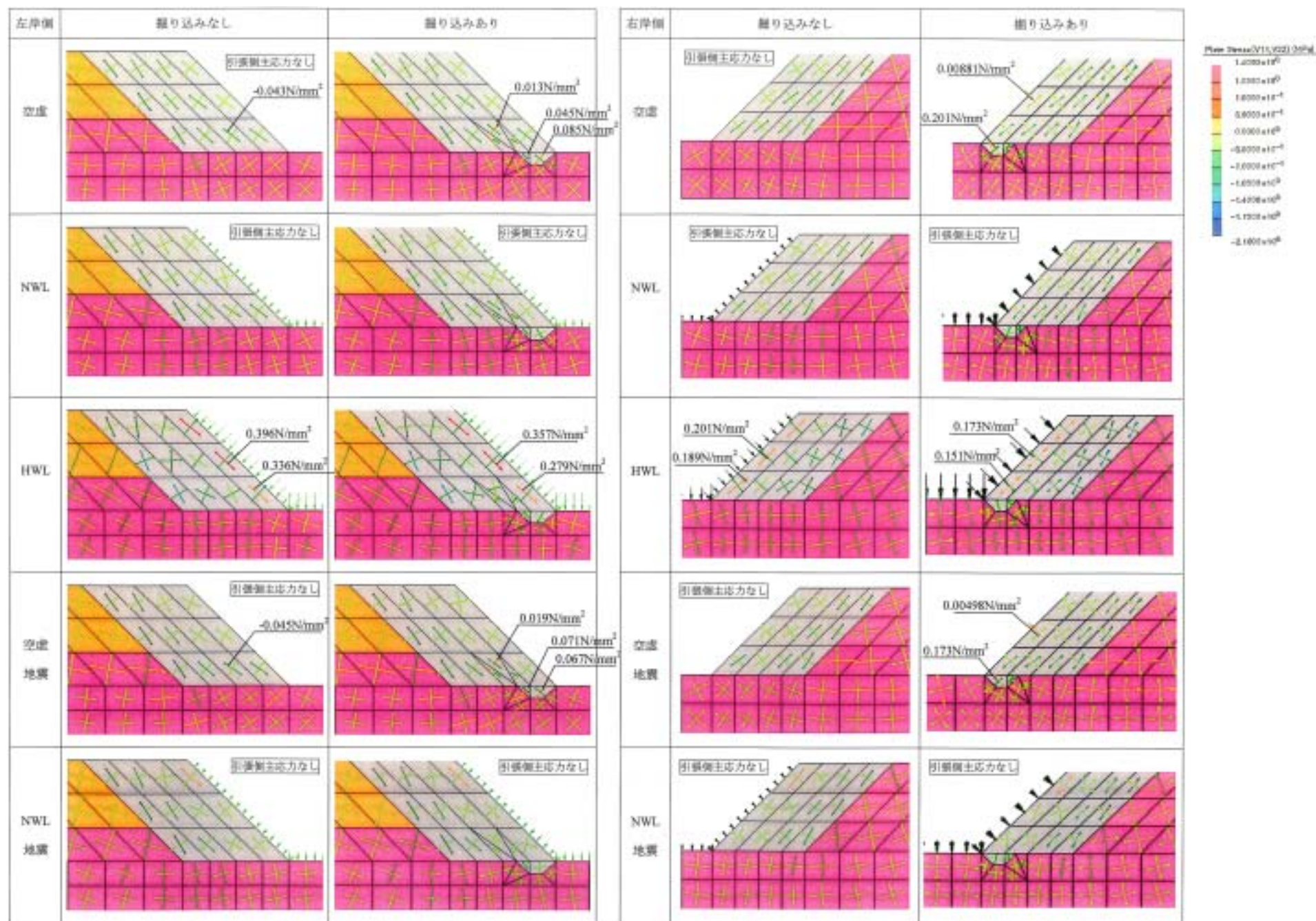


図 - 4.10.5 つま先掘り込み部内部発生応力図（主応力分布図） 【地質モデル：上流端断面（粗掘削面スケッチ反映後）】

4.10.2 ダム堤体ジョイント接合部のクラック対策

1) 検討課題

造成アバットメント上に座乗するダム堤体部には、左右岸とも横継目（ジョイント）が2箇所配置されるが、造成アバットメントにはジョイントは連続しない構造となっている（図-2.2.1中のB参照）。

よって、ダム堤体ジョイントが開いた場合に、ダム堤体と一体化した造成アバットメントに引張力が生じてクラックへと発展することが懸念されるため、クラック発生防止あるいはクラックへの対応方法を検討する必要がある。

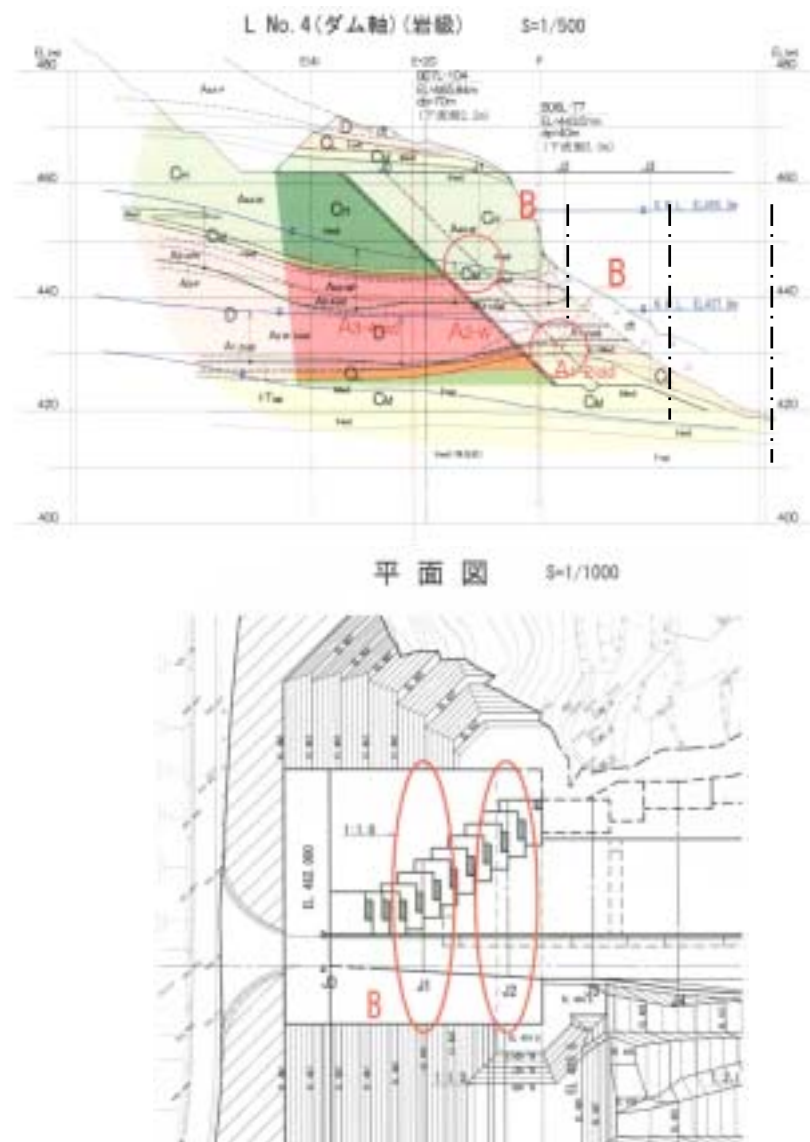


図 - 4.10.6 堤体ジョイント接合部（左岸側）

2) 対応方針

当該箇所のクラック発生防止処理とは異なるが、通常、ダム堤体内で縦継目およびクラックを消去する場合には、下図に示すように半割り管や鉄筋マットを用いてリフト表面で消去する。

また、縦継目（クラック）の消去部の補強鉄筋の配置は、温度応力の検討等を行い決定されている。

表 - 4.10.1 鉄筋マットの配筋例

主鉄筋径	主鉄筋ピッチ	主鉄筋の長さ	配筋径	配筋間隔
D 32	300 mm	3 100 mm	D 19	400 mm
D 22	200 mm	2 000 mm	D 16	400 mm
D 22	200 mm	2 000 mm	D 22	200 mm
D 29	200 mm	3 000 mm	D 19	200 mm
D 19	400 mm	3 000 mm	D 19	400 mm

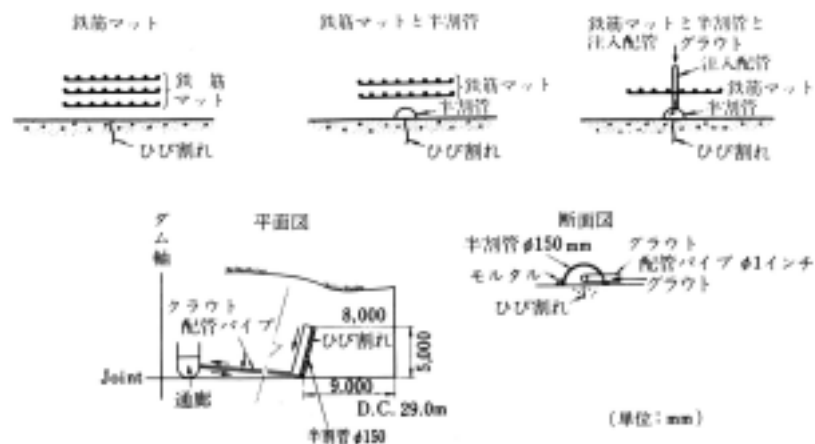


図 - 4.10.7 鉄筋による一般的なひび割れの処理

一方、当該箇所においては、上記に示したダム堤体内で縦継目（クラック）を消去する場合と、クラックに対する防止処理の上下関係が逆の構造となっているが、予防処理（防止対策）としては補強鉄筋による処理（造成アバットメント内に鉄筋マットを設置）が有効であると考えられる。

3) 対応策

堤体ジョイントが開いた場合の造成アバットメントに対するクラック防止対策は、以下に示す理由により、現計画の表面筋（用心鉄筋）による対応も可能と考えられるが、構造上（止水処理上も）重要な箇所であることから、安全側に考えて補強鉄筋（用心鉄筋）を造成アバットメント内に設置するものとする。

設置範囲は、ダム堤体（フーチングを含む）が座乗する範囲内とし、配筋はひび割れ防止と同様の考え方で鉄筋間隔を300mm以内として、一般部に対して1/2倍のピッチ（D22@250mm）とする。

補強鉄筋の配筋仕様は、鉄筋マットの配筋例も参考として図 - 4.10.10 ~ 図 - 4.10.11に示す。

- 造成アバットメントが先行打設するため、もしクラックが発生した場合には後処理が困難であるとともに、予めクラックの発生箇所が堤体ジョイント直下に限定される。
- 造成アバットメントがダム堤体に対して先行打設されるため、ダム堤体ジョイントの温度降下時の開き（収縮）に対しては、コンクリート強度が発現した状態で抵抗する（先行打設の間隔が長い程有利）。特に造成アバットメント完全先行打設の場合、1年以上の材齢を確保できる。
- 堤体ジョイントの開きは、造成アバットメントが外部拘束として作用するため、着岩標高より高標高部で大きくなると想定される。また、仮にクラックが発生しても貫通クラックへと発展する可能性は低いと考えられる。

なお、堤体ジョイント部は、造成アバットメントに対して鋭角部を生じることになるため、鋭角処理方法としてジョイントを造成アバットメント前面に直交させることとする（図 - 4.10.10 , 4.10.11参照）。

4) 止水板取付部の配筋

堤体のジョイント部には、上下流面に沿う配置で止水板が設置され、その着岩部（一般部）は下図に示す構造となる。

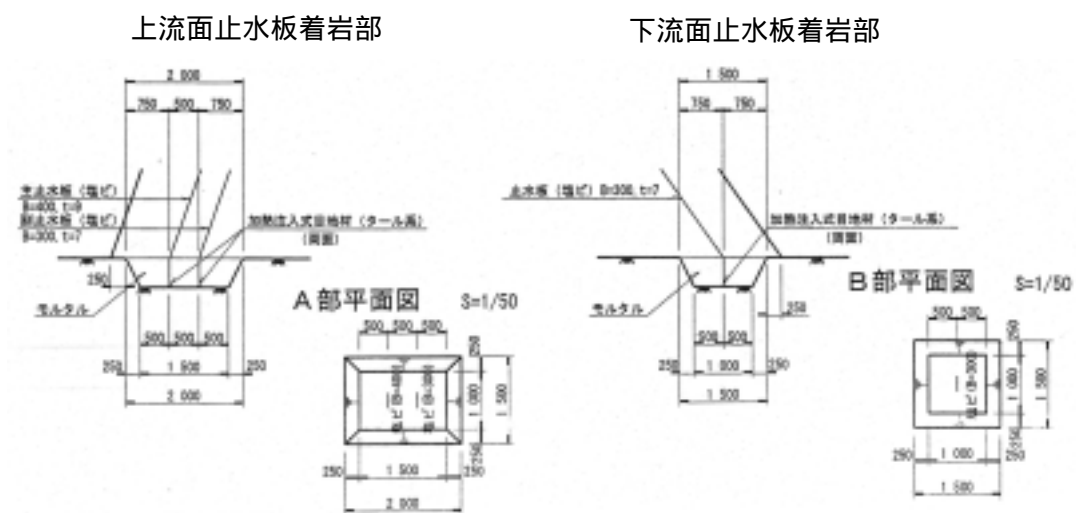


図 - 4.10.8 止水板着岩部構造（一般部）

一方、造成アバットメントのジョイント接合部には、クラック対応のために、用心鉄筋（D22）がダブルで配筋されるため、造成アバットメント上の止水板取付部構造は、下図に示すように配筋する。

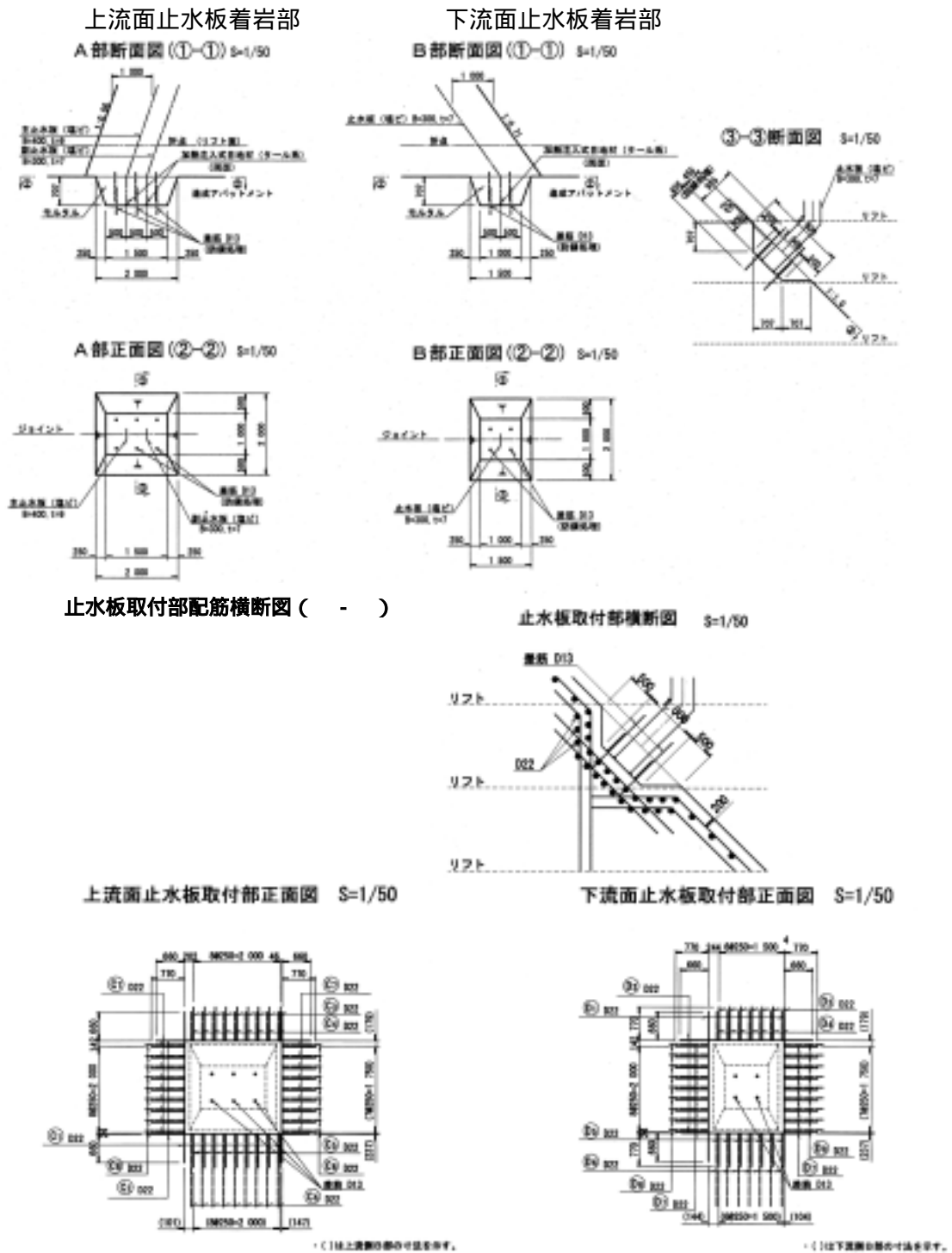
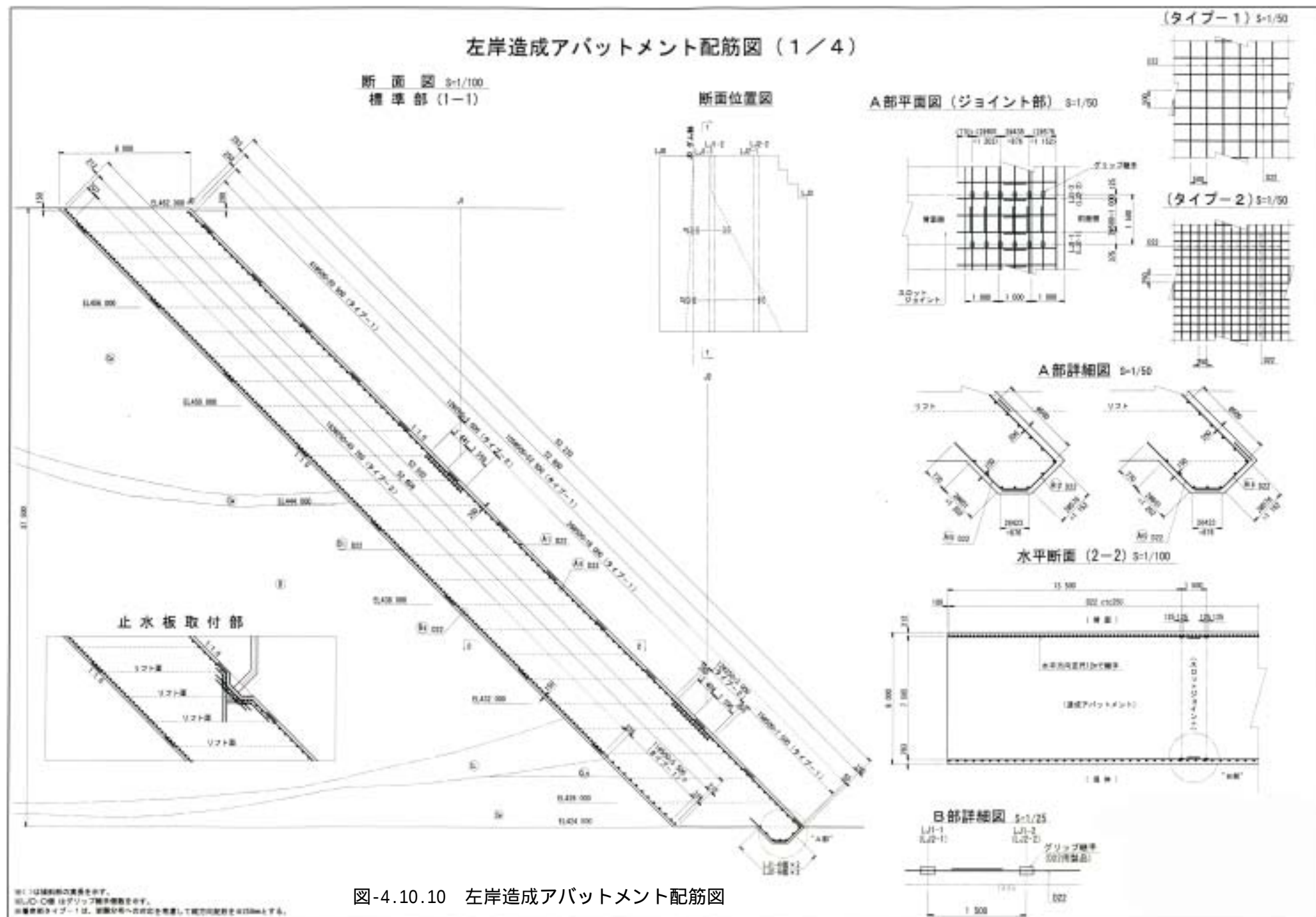


図-4.10.9 止水板取付部構造（造成アバットメント部）

図 - 4.10.10、4.10.11に左右岸造成アバットメントの配筋図を示す。



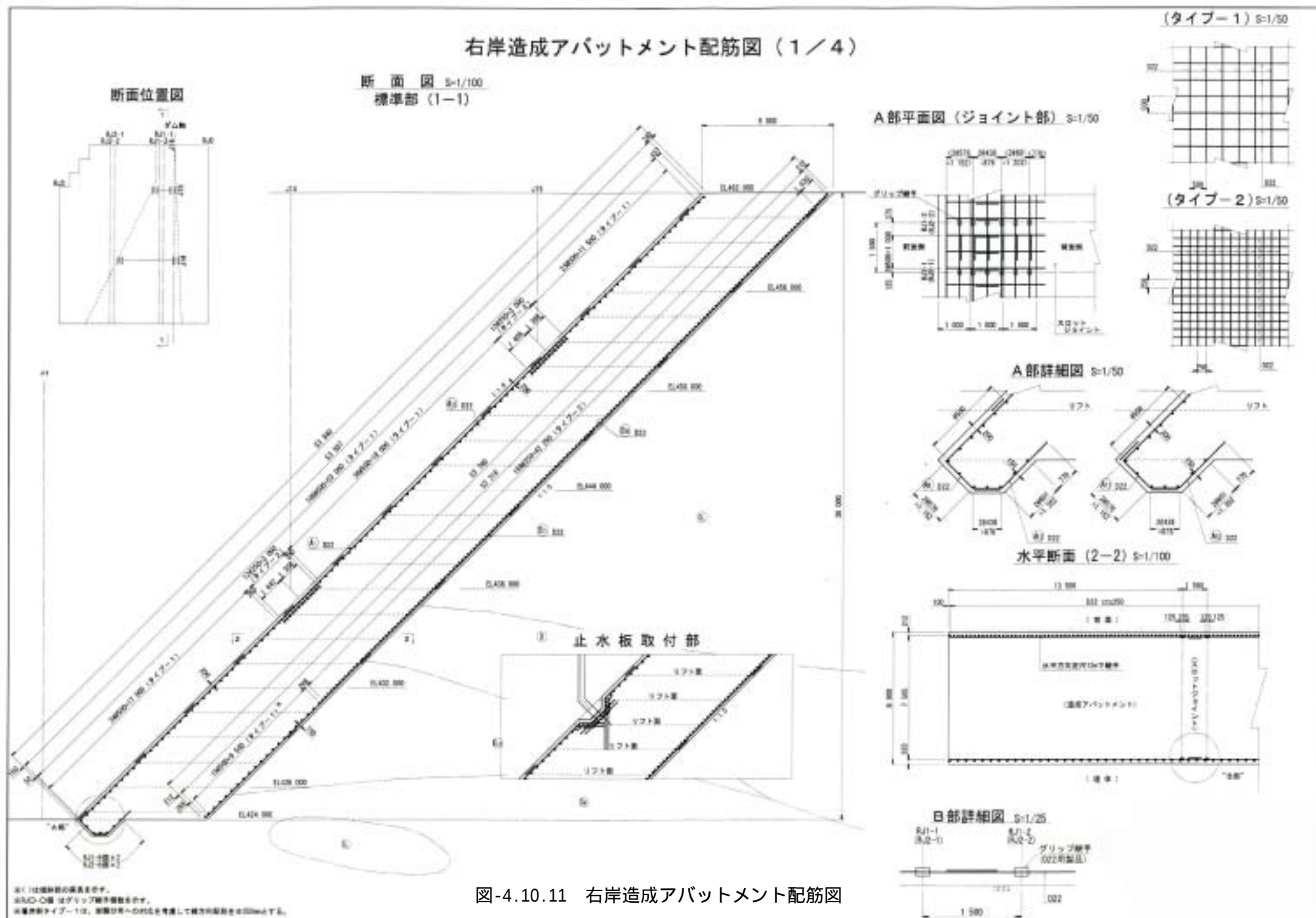


図-4.10.11 右岸造成アバットメント配筋図

4.10.3 貯水池表面遮水工との擦り付け構造

1) 検討課題

造成アバットメントの上流側張り出し区間は、貯水池から荷重が作用して背面基礎の軟質部の分布に起因した変形性の違いにより複雑な内部応力分布となる。

一方、造成アバットメント上流端は、貯水池表面遮水工と接続して止水ライン(表面遮水)を形成するため、接続部の水密構造は、ダム安全性の面からも重要な構造となる。

図 - 4.10.12 ~ 図 - 4.10.13に示すように貯水池表面遮水工は、厚さ(純厚)1.0mのコンクリートフェーシング(以降、CFと略称)が上下流方向12m、高さ方向9m(リフト高)の施工ジョイントを設けて打設される。

したがって、造成アバットメントとCFの接合部は下図に示す水密構造を計画しているが、造成アバットメントが水平幅8mの一体構造であるのに対し、CFは純厚1mで施工ジョイントにより分割された構造となり、背面基礎の変形量に差が生じることが予想される。

以上より、変形性の違いによる接合部水密装置の安全性について、確認を行った。

(左岸側)

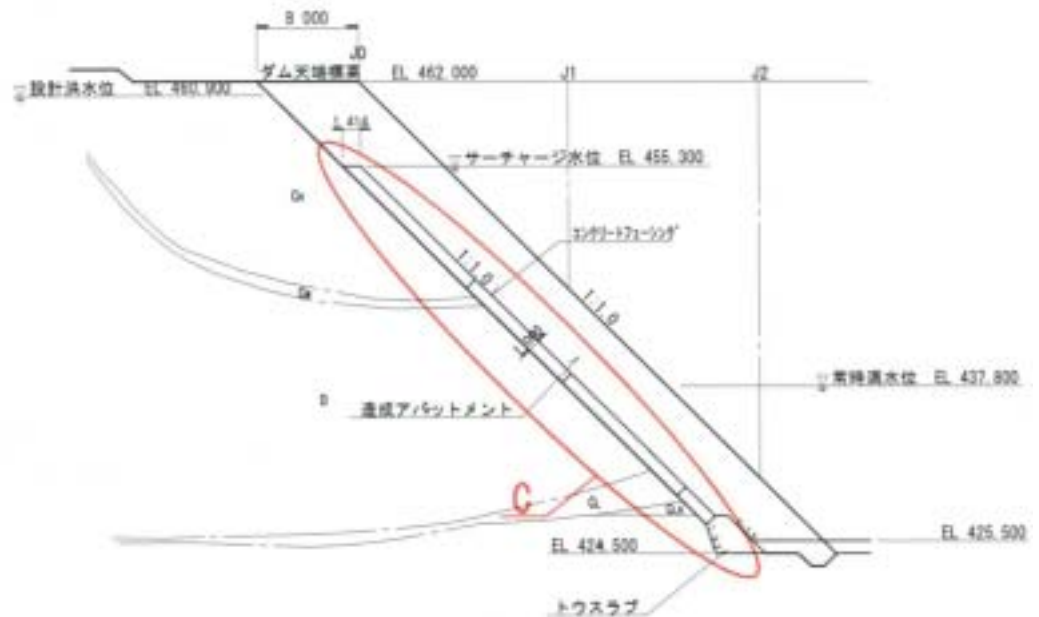


図 - 4.10.12(1) 左岸造成アバットメント接合部上流面図 S=1/600

(右岸側)



図 - 4.10.12(2) 右岸造成アバットメント接合部上流面図 S=1/600

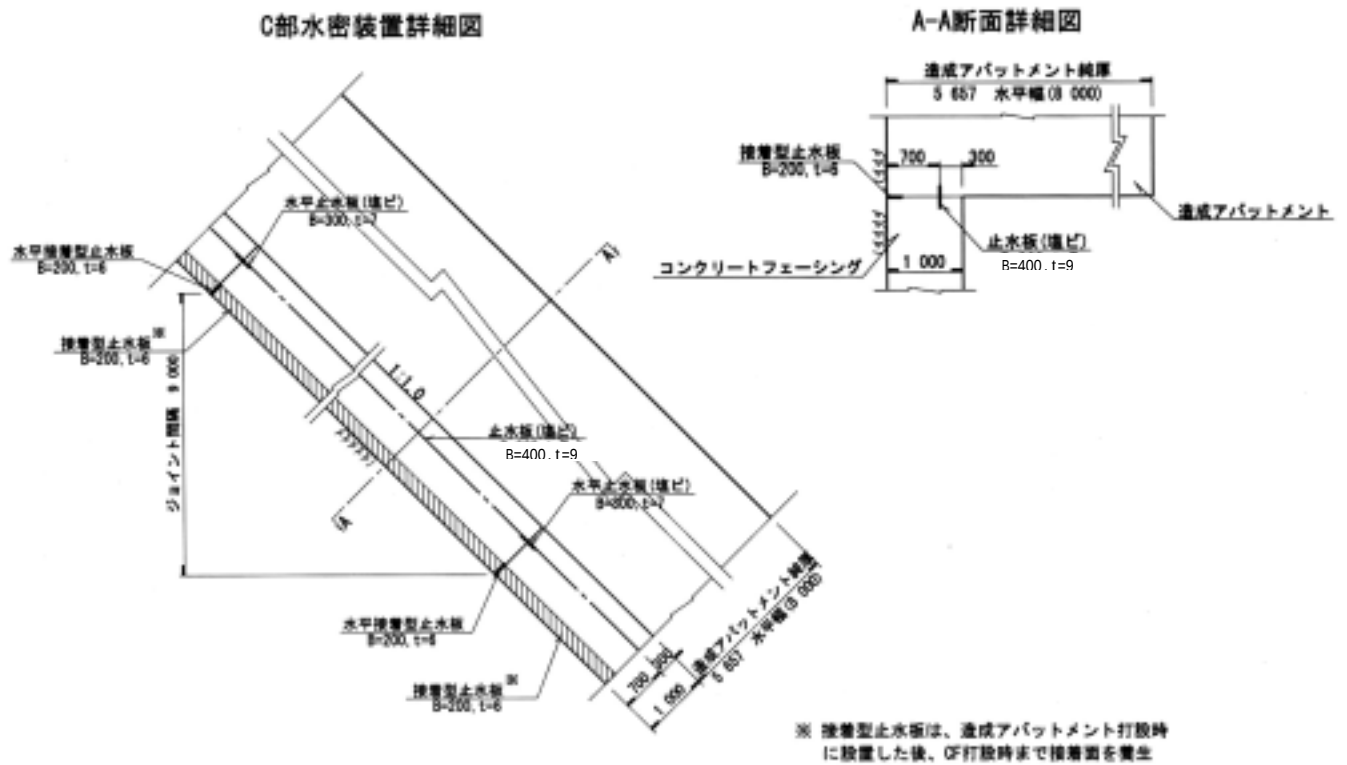


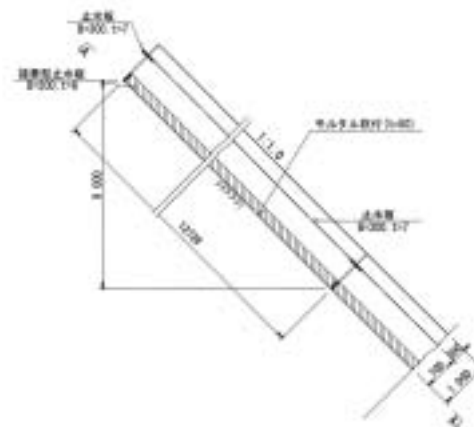
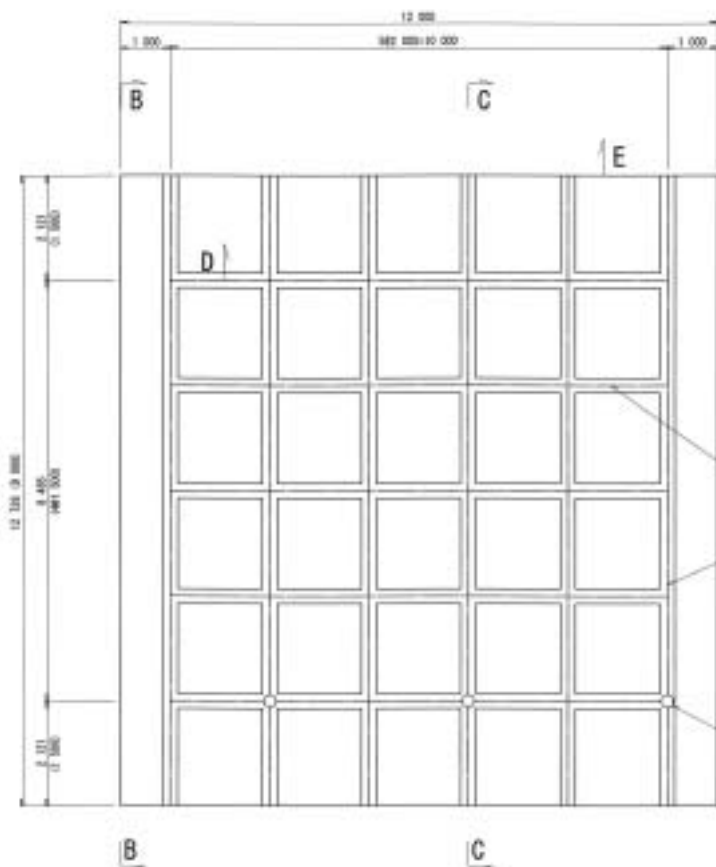
図 - 4.10.13 接合部水密装置詳細図 S = 1/50

コンクリートフェーシング詳細図

展開図 (A-A) S=1/50

断面図 (B-B) S=1/50

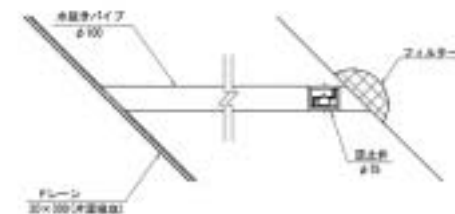
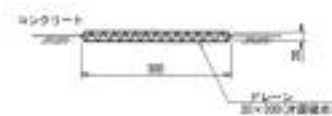
断面図 (C-C) S=1/50



注) ドレーン材はコンクリート打設の際に、セメント液による固つまりと浮き上がり等を防止するため、セメント吹き付け等により固定しておく。

A部詳細図 S=1/5

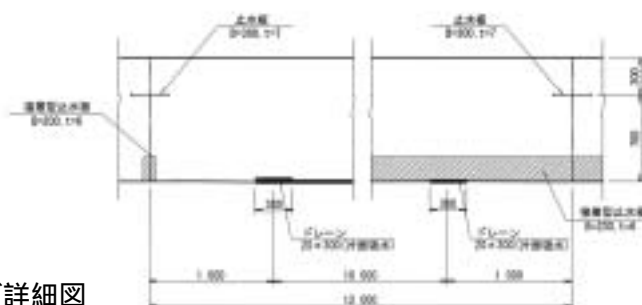
B部詳細図 S=1/10



断面図 S=1/20

D-D

E-E



注) ()内は断面高さを示す。

工事名	平成19年度 沼津市 市営沼津公園水再生施設工事(2工区)工事
図名	図 4.10.14
工事場所	静岡県沼津市小野 沼津市水再生施設
図 名	コンクリートフェーシング詳細図
縮 尺	図 1:50
次 分 表	

図 - 4.10.14 コンクリートフェーシング詳細図

2) 検討方法

造成アバットメントとCF（コンクリートフェーシング）の変形量の違いを確認するために、基礎岩盤の変形性を考慮した応力変形解析（2次元FEM解析）を行った。

解析モデルは、図 - 4.10.15、4.10.16に示すとおりであり、左右岸とも造成アバットメントとCFの境界断面での地質分布に基づいた基礎岩盤モデルとして上流端断面のモデルを用いている。また、CFのジョイント部にジョイント要素を組込んでいる。

なお、各物性値については、造成アバットメントの応力解析条件に準拠するものとし、荷重条件は内部応力上、最も厳しくなる設計洪水位とした。

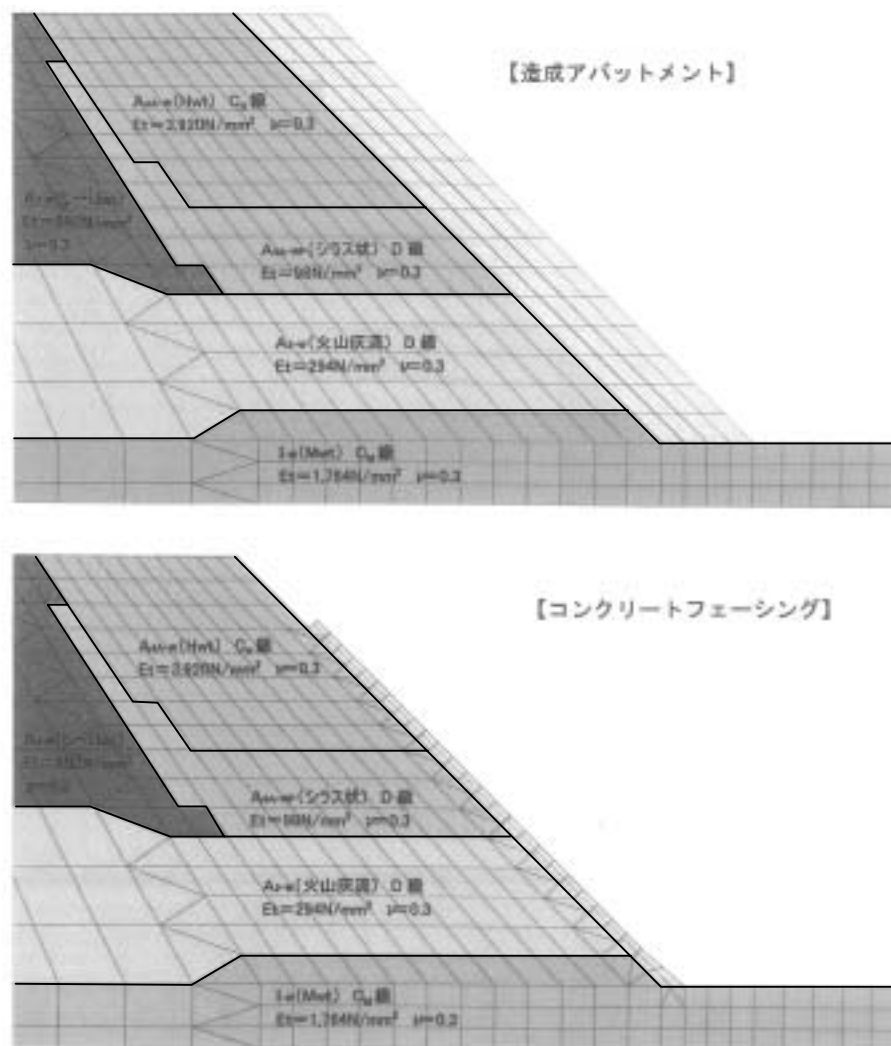


図 - 4.10.15 左岸解析モデル図

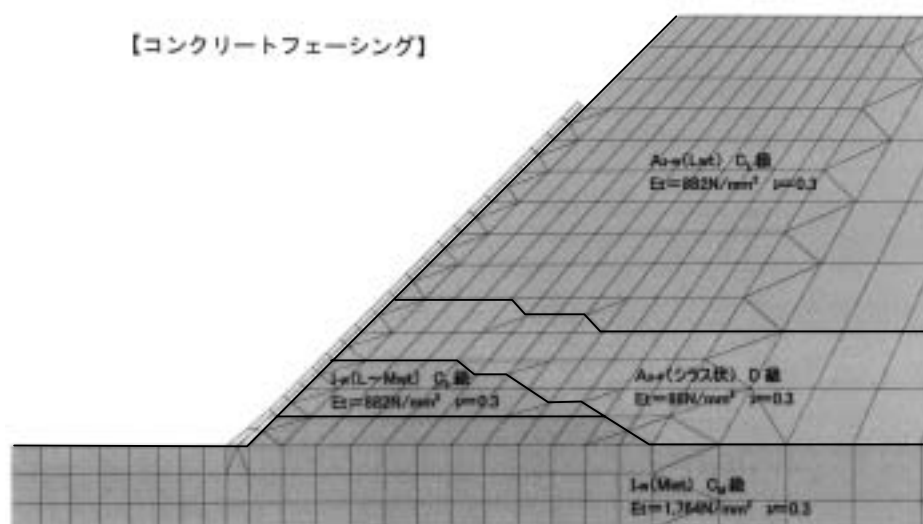
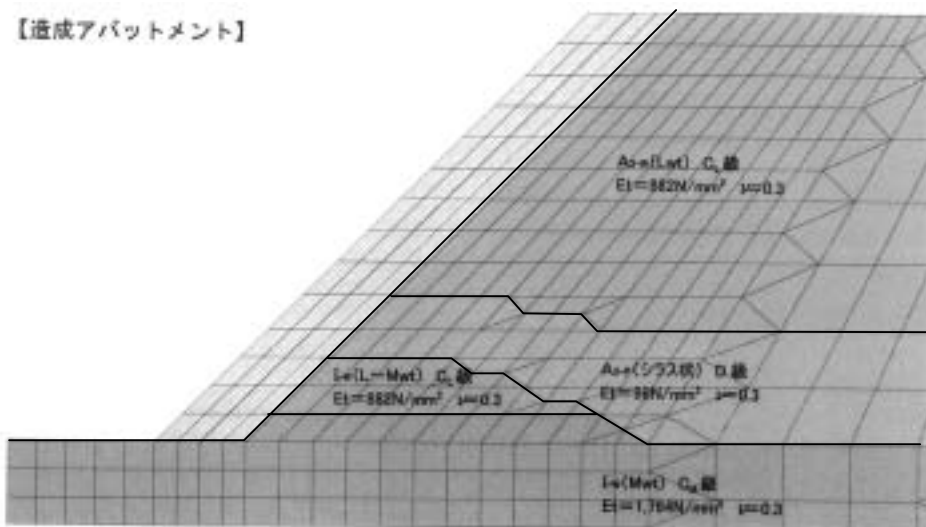
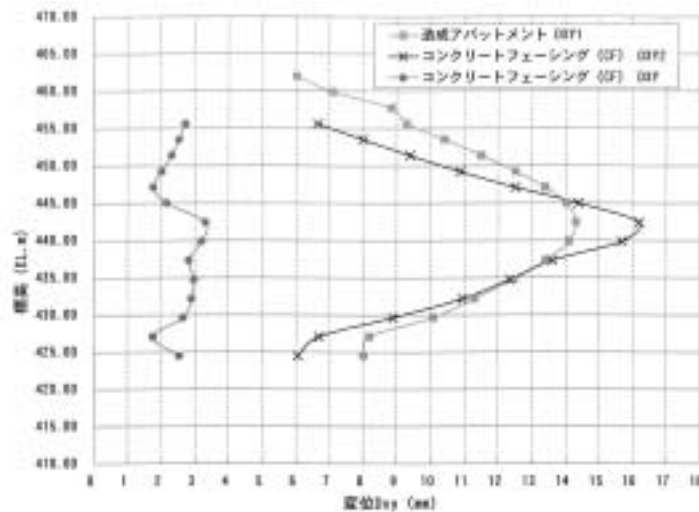


図 - 4.10.16 右岸解析モデル図

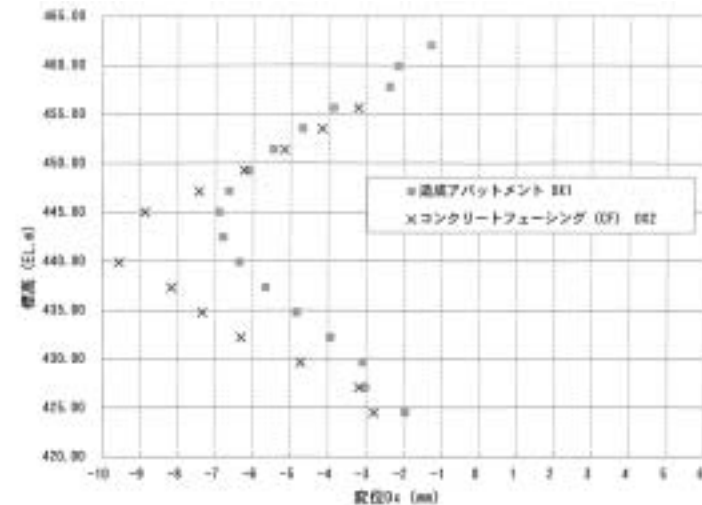
3) 検討結果

検討結果は、図 - 4.10.17～図 - 4.10.18に示すとおりであり、左岸側の着岩部における相対変位量は最大で3mm強（軟質部境界）となり、右岸側で最大5mm未満（軟質部境界）となる。

よって、上記の相対変位量に対しては、現計画の水密装置（塩ビ止水板，接着型止水板）で十分に水密確保が可能と判断される。

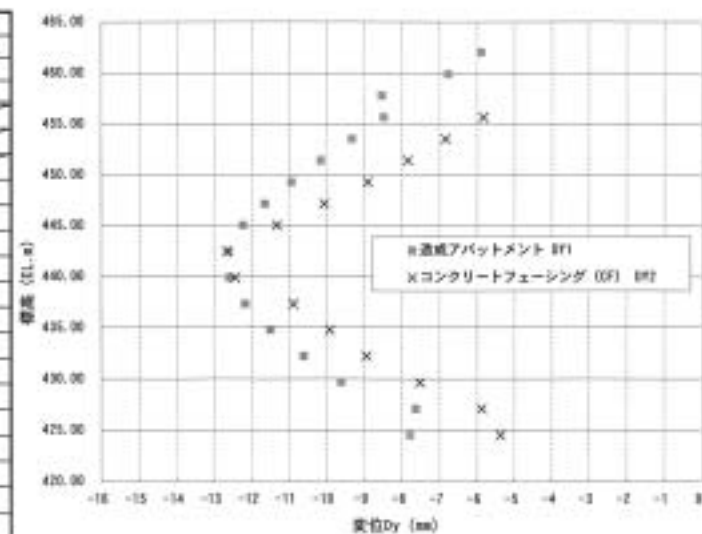


造成アバットメントとDFの標高と変位および相対変位の関係



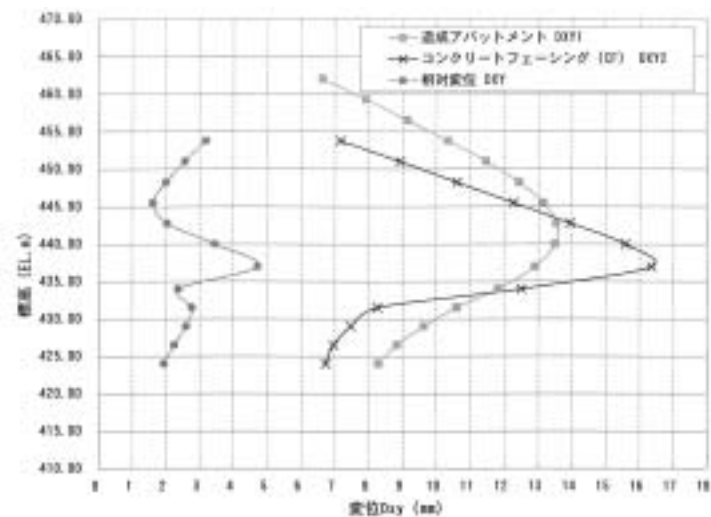
造成アバットメントとDFの標高とX方向変位の関係

標高 (EL[m])	元の位置からの変位量						造成アバットメントとDFの相対変位		
	造成アバットメント		コンクリートフェーシング (DF)				x方向成分の変位量	y方向成分の変位量	相対変位
	DX1 (mm)	DY1 (mm)	DXY1 (mm)	DX2 (mm)	DY2 (mm)	DXY2 (mm)	DX1-DX2 (mm)	DY1-DY2 (mm)	DXY (mm)
462.000	-1.29	-5.89	8.08						
459.875	-2.15	-6.77	7.10						
457.750	-2.37	-6.53	8.08						
455.625	-2.85	-6.48	9.21	-3.20	-5.63	8.66	-0.64	-2.64	2.72
453.500	-4.67	-9.32	10.43	-4.18	-8.84	8.01	-0.51	-2.48	2.53
451.375	-5.44	-10.15	11.51	-5.16	-7.85	8.40	-0.38	-2.29	2.31
449.250	-6.11	-10.93	12.52	-6.23	-6.91	10.88	0.12	-2.01	2.02
447.125	-6.64	-11.84	13.49	-7.44	-10.08	12.51	0.80	-1.58	1.77
445.000	-6.90	-12.22	14.03	-8.87	-11.32	14.38	1.87	-0.89	2.18
442.875	-6.79	-12.80	14.31	-10.11	-12.88	16.20	3.32	0.06	3.32
439.750	-6.26	-12.58	14.19	-9.59	-12.44	15.68	3.20	-0.14	3.31
437.625	-5.66	-12.17	13.42	-8.17	-10.88	13.80	2.51	-1.29	2.82
434.500	-4.83	-11.49	12.46	-7.26	-9.92	12.35	2.53	-1.57	2.68
432.375	-3.83	-10.60	11.30	-6.22	-8.94	10.85	2.38	-1.85	2.80
429.250	-3.07	-9.81	10.09	-4.73	-7.53	8.89	1.85	-2.08	2.88
427.125	-2.07	-7.83	8.20	-3.19	-5.88	8.66	0.17	-1.34	1.78
424.500	-1.85	-7.78	8.08	-2.79	-5.38	8.06	0.83	-2.40	2.54

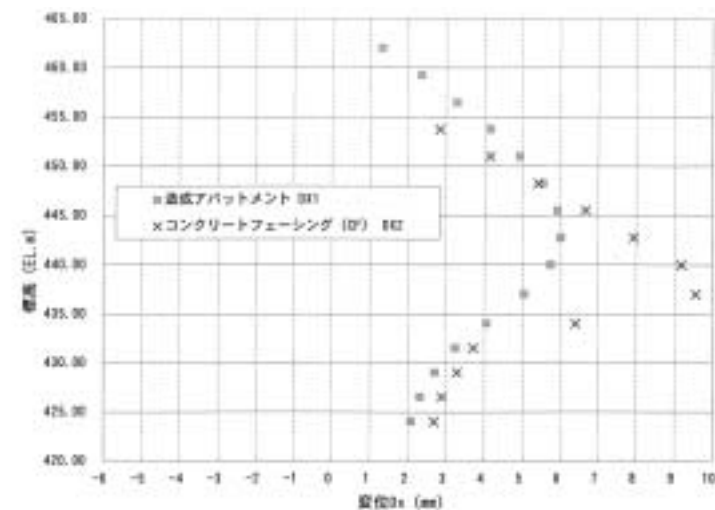


造成アバットメントとDFの標高とY方向変位の関係

図 - 4.10.17 【左岸】造成アバットメントとコンクリートフェーシング接合部における変位図 (FEM 解析結果)

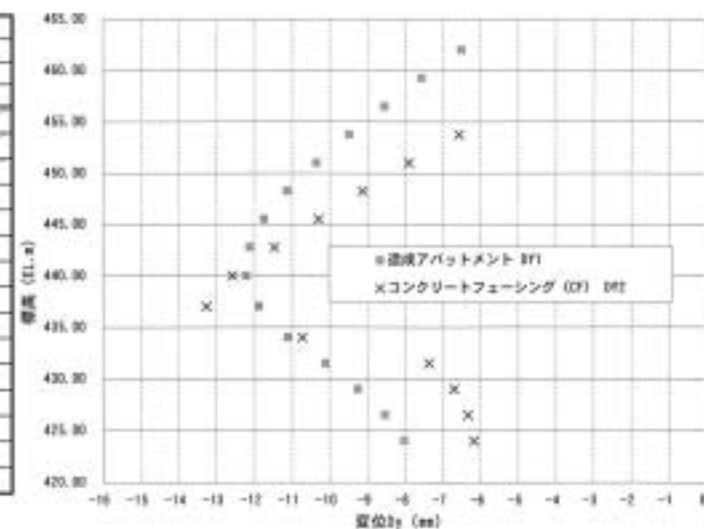


造成アバットメントとDFの標高と変位および相対変位の関係



造成アバットメントとDFの標高とx方向変位の関係

標高 (EL, m)	元の位置からの変位量						造成アバットメントとDFの相対変位		
	造成アバットメント			コンクリートフェーシング (DF)			x方向成分の変位差	y方向成分の変位差	相対変位
	DX1 (mm)	DY1 (mm)	DXY1 (mm)	DX2 (mm)	DY2 (mm)	DXY2 (mm)	DX1-DX2 (mm)	DY1-DY2 (mm)	ΔMY (mm)
462.000	1.33	-8.50	8.64						
459.250	2.35	-7.56	7.92						
456.500	3.29	-6.54	6.19						
453.750	4.17	-5.47	5.35	2.82	-4.57	7.16	1.33	-2.90	3.19
451.000	4.94	-10.35	11.47	4.16	-7.90	8.93	0.79	-2.45	2.87
448.250	5.55	-11.12	12.43	5.41	-8.12	10.81	0.14	-2.93	2.01
445.500	5.92	-11.74	13.15	6.66	-10.30	12.27	-0.73	-1.44	1.61
442.750	6.01	-12.12	13.83	7.94	-11.47	13.89	-1.93	-0.85	2.04
440.000	5.75	-12.21	13.59	9.18	-12.56	15.59	-3.43	0.37	3.45
437.000	5.05	-11.88	12.81	9.57	-13.37	16.35	-4.52	1.26	4.72
434.000	4.07	-11.11	11.83	6.40	-10.73	12.49	-2.34	-0.38	2.87
431.500	2.25	-10.19	10.61	2.72	-7.37	8.25	-0.47	-2.73	2.77
429.000	2.71	-9.24	9.63	3.29	-6.70	7.47	-0.58	-2.54	2.60
426.500	2.33	-8.52	8.82	2.89	-6.34	6.86	-0.56	-2.18	2.26
424.000	2.09	-8.02	8.29	2.69	-6.17	6.73	-0.60	-1.85	1.84



造成アバットメントとDFの標高とy方向変位の関係

図 - 4.10.18 【右岸】造成アバットメントとコンクリートフェーシング接合部における変位図 (FEM 解析結果)

4.10.4 下流側中～高標高部の隅切り検討

当ダム造成アバットメントは、当初設計時には、複雑な地質構造に対する調査精度や不静定構造に対する反力の仮定などを考慮するとともに、ダムアバットメントを造成するという設計思想から、安全側の設計として単一断面形状による設計を行った。

しかしながら、現地点においては、基礎掘削面の状況が確認され、地質条件がほぼ確定されたこと、地質条件を反映した安定解析の精度が高まったことから、より合理的な造成アバットメントの形状検討が可能となった。

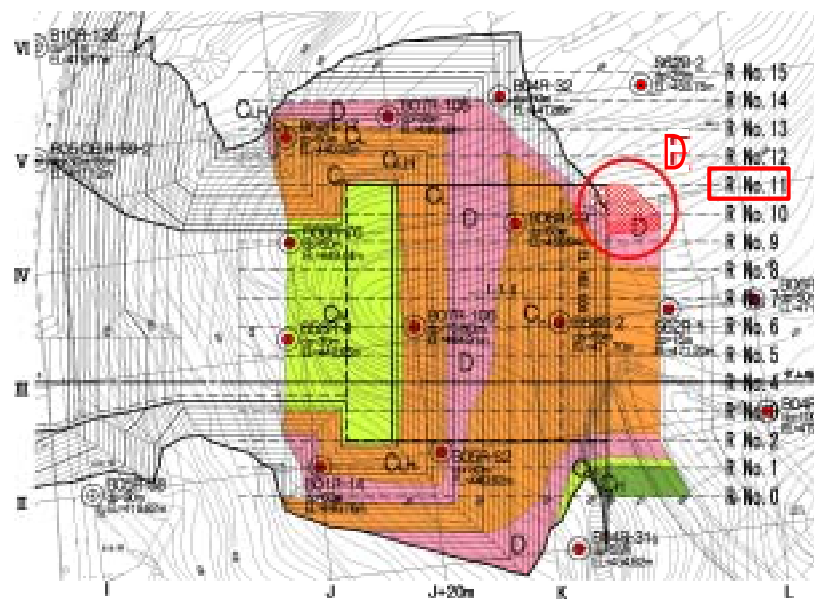
よって、構造上は大きな荷重が作用しない下流側中～高標高部の隅切りについて検討を行った。

1) 右岸側

(1) 基本形状

右岸高標高部下流端付近で造成アバットメント背面が一部着岩しないため、造成アバットメント背面にコンクリート置換（V 200m³）を計画している（図 - 4.10.19中のD参照）。

掘削面平面図（岩級）：当初設計時



（ダム軸下流35m R . No.11）

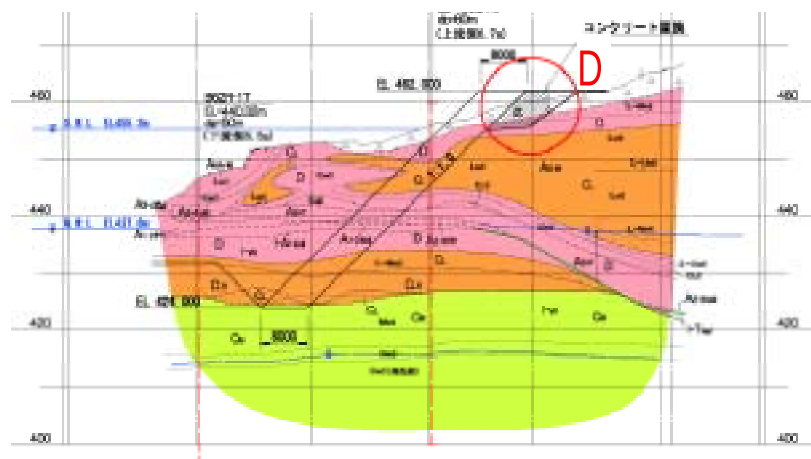


図 - 4.10.19 右岸下流端部構造の検討課題説明図